

Att leda dagvatten till trädgropar i staden

Leading stormwater to tree pits in the city

Rebecka Brinck



Att leda dagvatten till trädgropar i staden

Leading stormwater to tree pits in the city

Rebecka Brinck

Handledare:

Åsa Bensch, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur,
planering och förvaltning

Examinator:

Allan Gunnarsson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur,
planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatexamensarbete i Landskapsarkitektur

Kurskod: EX0649

Ämne: Landskapsarkitektur

Program: Landskapsarkitekturprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: Rebecka Brinck

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Dagvatten, gatuträd, växtbädd, skelettjord

Sammanfattning

Träd i stadsmiljö utsätts för flera faktorer som påverkar dem negativt och sänker deras vitalitet. En av faktorerna är brist på vatten. Samtidigt fortsätter de hårdgjorda ytorna i städerna att breda ut sig, vilket också ökar mängden dagvatten som inte kan infiltreras. Det här överflödiga vattnet leder i sin tur till en ökad risk för översvämningar i staden. Att använda dagvattnet som bevattning till stadsträden hade kunnat avhjälpa både de torra trädgroparna och minska mängden överflödigt dagvatten i staden.

Syftet med denna uppsats är att undersöka följande frågeställningar:

- Hur ser en växtbädd som är konstruerad att infiltrera och eventuellt magasinera dagvatten ut?
- Vad för typer av föroreningar kan finnas i dagvattnet?
- Hur påverkas stadsträd av föroreningar i stadens dagvatten?
- Hur stor mängd dagvatten kan komma att tillföras växtbädden?

Resultaten visar att en typ av växtbädd som fungerar bra i dagvattensammanhang är en så kallad skelettjord. Skelettjorden ger trädens rotsystem tillräckligt med utrymme, samtidigt som ytan ovanför växtbädden kan hårdgöras. En skelettjord har även en god genomsläpplig förmåga vilket är behövligt då växtbädden ska omhänderta dagvatten. Litteraturstudien som gjorts undersöker vad för ämnen som medföljer dagvatten och hur de ämnena kan komma att påverka träden och dess vitalitet. Resultatet av litteraturstudien visar att den förorening som påverkar träden negativt i störst utsträckning är vägsalt. En fallstudie har gjorts för att undersöka hur stor mängd vatten som kan komma att tillföras en fiktiv växtbädd. Mängden vatten har visat sig att inte vara ett problem, då en skelettjord kan anläggas med dränering för att ta bort överflödigt vatten.

Abstract

Trees in urban environments are exposed to several factors which affect them negatively. One of these factors is lack of water. At the same time, the impermeable surfaces in cities continue to extend, which also increases the amount of stormwater runoff. This, in turn, heightens the risk of flooding. So if we could use that excessive water as a source of irrigation to the street trees, both the dry tree pits and the excessive stormwater could be helped.

The purpose of this paper is to investigate the following questions:

- What does a plant bed constructed to infiltrate and possibly store stormwater look like?
- What types of pollutants can be found in the storm water?
- In what way are urban trees affected by pollutants in the city's stormwater?
- How much stormwater can be expected to flow into a plant bed?

The results show that one type of plant bed that can receive stormwater well is a so-called structural soil. The structural soil gives the tree root system sufficient space, while the surface above the plant bed can be compacted. A structural soil also has a good permeable capacity, which is necessary when taking care of stormwater. The conducted literature study examines what substances accompany the stormwater and how these substances may affect the trees and their vitality. The result of the literature study shows that the pollution that affects the trees negatively to the greatest extent is road salt. A case study has been carried out to investigate the amount of water that may be added to a fictive plant bed. The amount of water has proven to not be a problem, as a structural soil can be constructed with drainage to remove excess water.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning.....	7
Bakgrund.....	7
Mål och syfte	7
Material och metod	8
Avgränsningar.....	8
2. Litteraturstudie.....	9
Träd och dagvatten i staden	9
Träd i staden.....	9
Stadens dagvatten.....	10
Växtbäddar för trädplantering med förmåga att ta emot dagvatten.....	13
Stockholmsmodellen	14
Göteborgsmodellen	16
De två modellerna	18
Att leda dagvatten till växtbäddar	19
Vilka ämnen tillförs via dagvattnet?	20
Vägsaltet, föroreningen med störst negativ påverkan på träden.....	21
3. Fallstudie Lund	23
Introduktion till platsen.....	23
Avvattning av platsen idag.....	24
Räkneexempel med gestaltungsförslag.....	25
Hur stor blir mängden vatten i växtbädden?	26
4. Diskussion och reflektion	29
5. Källförteckning.....	32
Otryckta källor	32
Elektroniska källor/internet.....	32
Tryckta källor.....	33

1. Inledning

Bakgrund

Det finns i dagsläget många svårigheter för träd i stadsmiljöer. Problemen kan t.ex. vara att träden ofta får en för liten växtbädd med låg vattentillförsel, dåligt gasutbyte och låga näringshalter (Myndighetsnätverket för klimatanpassning 2017). I Stockholms stad skapas växtbäddar med skelettjord dit dagvatten leds för att förse träden med vatten (Stockholms stad 2009). Ursprungligen konstruerades skelettjord för att träden skulle få större rotutrymme och bättre syretillförsel då jorden inte blev lika kompakterad. Att leda dagvatten till trädgropar hjälper både träden och de hårdgjorda ytorna runt omkring då träden får en större tillförsel av vatten än vad de ofta får i staden och de hårdgjorda ytorna avvattnas. Det här är ett område som är mycket aktuellt i dagsläget då fler och fler ytor i staden hårdgörs och det dagvatten som inte kan infiltreras genom de hårdgjorda ytorna behöver hanteras.

Dock kan det vara problematiskt att leda ned dagvatten i växtbäddarna då dagvattnet kan föra med sig olika föroreningar. Det kan handla om t.ex. salt, tungmetaller, partiklar och näringsämnen. Det finns behov av att räkna på hur stor dagvattentillförsel en växtbädd kan ta emot och hur träden påverkas av ämnen som tillförs via vattnet.

Mål och syfte

Målet med uppsatsen är att belysa problematiken som finns i dagens städer där gatuträd ofta får för liten tillgång till vatten, samtidigt som stadens många hårdgjorda ytor alstrar stora mängder ytvatten som behöver tas om hand. Med utgångspunkt i den problematiken ämnar uppsatsen till att se på hur en lösning på problemet hade kunnat se ut. Ett förslag på en sådan lösning presenteras genom en fallstudie i Lund.

Att leda dagvatten till en växtbädd öppnar upp frågan om vad för substanser som kan finnas i dagvattnet och huruvida dagvatten som en bevattningskälla i så fall kan vara skadligt för träden. Därför kommer uppsatsen även att undersöka vad för ämnen som kan finnas i dagvattnet och hur de ämnena kan komma att påverka ett träd.

Inom yrkesrollen landskapsarkitekt anser jag att det är av stor vikt att få en förståelse för hur planering för träd och växtbäddar kan underlätta för dagvattenhanteringen i staden, vilket för mig är ett lärandemål med det här arbetet.

Syftet med denna uppsats är att undersöka följande frågeställningar:

- Hur ser en växtbädd som är konstruerad att infiltrera och eventuellt magasinera dagvatten ut?
- Vad för typer av föroreningar kan finnas i dagvattnet?
- Hur påverkas stadsträd av föroreningar i stadens dagvatten?
- Hur stor mängd dagvatten kan komma att tillföras växtbädden?

Material och metod

Uppsatsen består av en litteraturstudie och en fallstudie. Litteratur söks digitalt genom databaser så som Google, Google Scholar och Web of Science. Sökorden har varit olika versioner och sammansättningar av orden "gatuträd", "dagvatten", "föroreningar i dagvatten", "skelettjord", "kompaktering", "permeabilitet", "påverkan av föroreningar på träd", "vägsalt". Sökningarna har gjorts på både svenska och engelska. Litteratur har även sökts i Alnarps bibliotek. Fallstudien baseras på en gata i västra Lund där en beräkning utförs. Beräkningen ska visa hur mycket dagvatten som rinner ned i dagvattenbrunnarna idag och hur det hade sett ut om dagvattnet istället hade letts till de intilliggande trädens växtbäddar. Beräkningen är endast teoretisk. Att välja en specifik plats gör att jag kan få information om hur stor nederbörden är på platsen och ifall kommunen använder sig av salt som halkbekämpning på ytan. På kommunens hemsida finns dokument som visar vilka gator i staden som saltas under vinterhalvåret. Genom att veta hur stor dagvattenmängden blir på en specifik plats kan jag diskutera kring hur vattenmängden kan påverka träden och hur stor tillförsel det blir av andra ämnen som vattnet plockat upp på vägen.

Avgränsningar

Uppsatsen kommer endast att behandla stadsträd och inom gruppen stadsträd är uppsatsen inriktad på gatuträd som står i, eller är omgärdade av, hårdgjorda ytor. Den ämnar alltså inte se på annan typ av växtlighet. Anledningen till att jag valt just gatuträd att inrikta mig på är på grund av att det i städer oftast är just gatuträden som har lägst tillgång till vatten och utrymme, vilket många gånger resulterar i sänkt vitalitet.

Fallstudien är endast teoretisk och det kommer därför inte att utföras kemiska analyser av dagvattnet på platsen, och det kommer heller inte att göras fysiska försök för att se hur mycket dagvatten växtbäddarna kan ta emot. Syftet med fallstudien är endast att visualisera hur stor dagvattenmängd det kan komma att bli på just den platsen, inte att göra mer detaljerade undersökningar av hur den specifika platsen och träden kommer att påverkas av dagvattnet.

Uppsatsen är inriktad på svenska förhållanden för träd i stadsmiljö.

2. Litteraturstudie

Träd och dagvatten i staden

Träd i staden

I dagens städer spelar träden en stor roll då de behövs av både estetiska och praktiska skäl. Stadsträd bidrar till en trivsammare och avstressande grön miljö och de spelar en viktig roll för stadens luftkvalitet, menar Persson, Wikberger och Amorim i rapporten *Klimatanpassa nordiska städer med grön infrastruktur* (2018). Sjöman och Slagstedt (2015) menar att träden utför även andra ekosystemtjänster som har stor betydelse i städer. De ger ett svalare mikroklimat genom att vatten avdunstar från bladen och den beskuggning bladverket ger. De bidrar till minskad ytavrinning då dess krona fångar upp nederbörd som sedan avdunstar utan att ha hunnit falla ned till marken. Trädens placering i staden kan ge minskad vindpåverkan och därigenom ge ett behagligare lokalklimat. Stadsträden är enligt Sjöman och Slagstedt (2015) även en viktig resurs inom biologisk mångfald och kan främja både insekter och djurliv.

Av bland annat de här anledningarna läggs det mycket tid och pengar på att planera in träd när nya ytor ska anläggas. Trots att träden spelar en stor roll i städerna blir deras behov ofta bortprioriterade, enligt Myndighetsnätverket för klimatanpassning (2017). De får många gånger en för liten växtbädd där jorden lätt blir kompakterad och deras behov av vatten blir sällan mött (Myndighetsnätverket för klimatanpassning 2017). Det här resulterar i att många träd får kämpa för att överleva, vilket gör att de kan se risiga ut och att deras livslängd förkortas. Särskilt ofta är det gatuträden i staden som har sämst levnadsvillkor menar Myndighetsnätverket för klimatanpassning (2017). Enligt samma källa kan definitionen av stadsträd delas upp i två kategorier - gatuträd och parkträd. Gatuträd är träd som planteras i eller i nära anslutning till hårdgjorda ytor, vilket skapar tuffare förutsättningar än för parkträd, som planteras i större grönytor med mer växttillgänglig jord.

Genom faktorerna rörande ekosystemtjänster så som estetik, rekreation och biologisk mångfald går det tydligt att se att träden i våra städer har en betydelsefull roll (Sjöman & Slagstedt 2015). Men vad är egentligen värdet av ett träd i ekonomiska termer? Det kan konstateras att det ännu inte finns kunskap om hur effekten av trädens ekosystemtjänster kan mätas, vilket även innebär att det inte är möjligt att säga vilken ekonomisk vinst de bidrar till (Persson, Wikberger & Amorim 2018). Vid om- och nybyggnationer kan träden ofta nedprioriteras då just värdet av träden inte alltid är tydligt. Några framträdande modeller för trädvärdering är Stritzkes metod, VAT03 och Alnarpsmodellen (Östberg 2017). De tre modellerna skiljer sig åt i hur högt de värderar träden, menar Östberg (2017). Stritzkes metod värderar trädet högre ju större det är och reducerar värdet vid skador. Modellen VAT03 infördes i Danmark och värderingen baserar sig på trädens grundvärde, vitalitet, ålder och placering. Den tredje metoden, Alnarpsmodellen, är en metod där återställningskostnaden beräknas. Värderingen grundas på trädets värde på en plantskola, skador, vitalitet och planterings- och etableringskostnad. I Alnarpsmodellen kan det även göras tillägg för trädens övriga värden, så som trädets placering, funktion och dess biologiska, estetiska och kulturella värden (Östberg 2017).

Genom att göra en värderingsberäkning på ett träd kan en faktisk summa tas fram för vad trädet är värt. Det kan konstateras att träd som under långa perioder utsätts för torkstress riskerar att få en sänkt vitalitet, vilket i sin tur leder till en värdeminskning.

Stadens dagvatten

Samtidigt som gatuträden ofta får för liten mängd vatten är det ett mer och mer förekommande fenomen att stora regn leder till översvämning i staden. I många städer är det ett ständigt tryck på förtätning av bebyggelse och effektivisering av till exempel biltrafik, vilket medför att fler och fler ytor hårdgörs. Den här förändringen sker ofta på bekostnad av grönområden så som parker och planteringsytor. När stora delar av en stad består av hårdgjorda ytor kan det bli problem med regnvatten och smältvatten, även kallat dagvatten. Dagvattnet kan inte infiltreras genom de hårdgjorda ytorna utan måste ledas vidare till lågpunkter med dagvattenbrunnar där det sedan rinner vidare i ledningar under marken (Malmö stad 2016). Vid kraftig nederbörd är det inte ovanligt att ytor inom våra städer ligger under vatten. Att något sådant kan hända innebär att stadsplanerare i större utsträckning behöver arbeta med bättre lösningar för att avleda, fördröja och magasinera dagvattnet, särskilt med tanke på rådande klimatförändringar där fall av intensiva regn förväntas öka (SMHI u.å.).



Figur 1: Köpenhamn drabbades av ett skyfall i juli 2011. Bilden är tagen två dagar efter regnet föll. (Navntoft/Scanpix 2011).



Figur 2: Kraftigt skyfall i augusti 2014, Malmö, orsakade stora översvämningar. (Nilsson/TT 2014).

En lösning på problemet är att många stadsträd kräver mer vatten än vad de i nuläget får och att därför leda delar av dagvattnet till växtbäddarna. Träd har en stor förmåga att genom evapotranspiration, där vatten sugas upp genom rötterna och färdas genom trädet för att sedan avdunsta från trädets blad, använda det vatten som tillförs växtbädden. En studie som gjordes i Malmö 2006 visade att en fullvuxen lind med en krondiameter av 14 meter i juli månad kunde förbruka ca 670 liter vatten per dag (Stockholms stad 2009). Att tillföra dagvatten till trädgropar i stadsmiljö kan alltså både förbättra levnadsförhållanden för träden och avlasta det ledningssystem dit dagvattnet leds.

För att det ska fungera att leda dagvatten ned i en trädgrop måste växtbädden ha möjlighet att göra sig av med det vatten som inte kan tas upp av trädet. Om vattnet stannar kvar i växtbädden och fyller igen de porer som finns i jorden kommer det att uppstå syrebrist, vilket drastiskt

försämrar förhållandena för de träd som står i bädden (Stockholms stad 2009). Därför måste jorden ha förmågan att dränera bort det överskottsvatten som finns, vilket innebär att den inte får ha en för hög ler- eller silthalt eftersom den typen av jord har en mycket hög vattenhållande förmåga (Stockholms stad 2009). Terrassen direkt under trädgropen bör heller inte vara för kompakterad eftersom det förhindrar vattnet att dräneras genom jorden och resulterar i att vattnet blir kvar i växtbädden. Befaras terrassen vara impermeabel bör terrassens yta projekteras med en lutning mot ena änden av bädden där ett ledningssystem som ansluter till dagvattenledningsnätet tar upp överskottsvattnet (Stockholms stad 2009).

Det kan dock vara problematiskt att leda dagvatten till växtbäddar på grund av de ämnen som kan tänkas följa med dagvattnet då det rinner genom staden. Ämnena kan till exempel vara salt från gator under vintern, partiklar och föroreningar som alstras i trafiken eller tungmetaller från hustak belagda med zink eller koppar (Naturvårdsverket 2017). Mängden föroreningar i dagvattnet varierar mycket vid olika årstider. Till exempel förekommer de största mängderna av föroreningar i dagvattnet under snösmältning och under kraftiga sommarregn (Westlin 2004). Det har genom studier visats att träd även har en förmåga att rena dagvattnet från vissa näringsämnen och föroreningar. De kan förbruka näringsämnen så som nitrater och fosfor under sin tillväxtperiod och de kan ta upp och lagra föroreningar så som tungmetaller, bekämpningsmedel och kolväten (Cotrone 2008).

Ännu är det osäkert hur dagvatten med de här föroreningarna på lång sikt kommer att påverka träden eftersom det är relativt nytt att leda dagvatten till växtbäddar. I Stockholms stad som i Sverige legat i framkant inom användandet av dagvatten som bevattningskälla till stadsträd, har metoden använts sedan 2004, menar Björn Embrén¹, trädspecialist på trafikkontoret i Stockholm. Embrén menar att hittills har gatukontoret i Stockholm inte bevittnat träd som fått en försämrad vitalitet till följd av att ha dagvatten som bevattningskälla.

Det är tydligt att dagvattensystemen behöver avlastning, särskilt för att förebygga översvämningar vid skyfall. Att använda vegetation för att ta upp dagvatten kan vara en del av lösningen. Däremot, på grund av problematiken kring föroreningar i dagvattnet, har det tagits fram andra sätt att hantera vattenmängden på. Ett exempel på det här är i Hamburg, som länge legat i framkant inom hållbar stadsutveckling och har bland annat utsetts som Europas Miljöhuvudstad 2011 (European commission 2011). Sedan 1997 har ett arbete med att utveckla en ny stadsdel pågått, stadsdelen HafenCity, som ska öka Hamburgs innerstadsareal med 40 % (HafenCity u.å.). Stadsdelen ligger intill kanalen Elbe som rinner genom Hamburg, vilken vid högvatten kan stiga med sex-sju meter över normalnivå. Anette Wagner som arbetar med stadsträdförvaltning i Hamburg menar att det kan vara problematiskt att leda dagvatten till trädens växtbäddar och att alla lösningar för bättre dagvattenhantering i staden inte nödvändigtvis är bra för träden². Wagner menar att det kan röra sig om föroreningar i dagvattnet som skulle sänka trädens vitalitet eller att det skulle bli för stor mängd vatten vilket kunnat

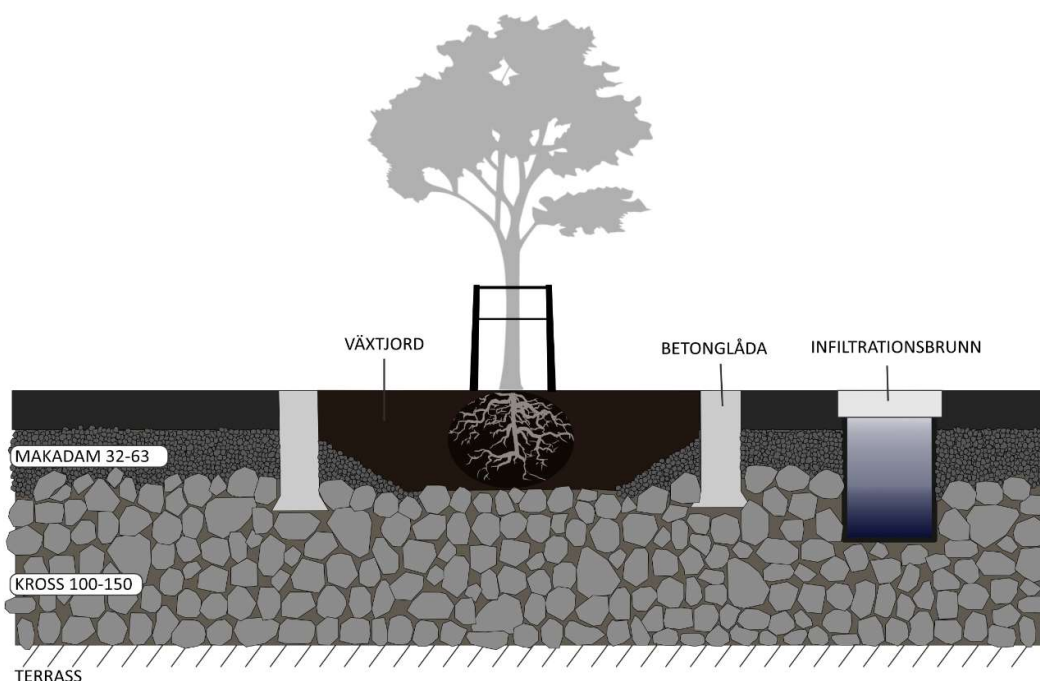
¹Embrén, Björn. Trädspecialist på trafikkontoret, Stockholm. *Personligt meddelande via mail*. April 19, 2017.

²Wagner, A. Stadsträdförvaltningen, Myndigheten för miljö och energi, Hamburg. *Personligt meddelande via mail*. April 13, 2017.

resultera i syrebrist för trädens rötter. I HafenCity tas det på grund av det här fram innovativa lösningar på hur byggnader kan konstrueras för att tåla översvämningar, hur promenadstråk kan stiga och sjunka i takt med vattennivån och hur det överflödiga vattnet kan tas om hand på bästa sätt (HafenCity 2006). Istället för att leda dagvattnet till växtbäddar i staden leds det på ett mer traditionellt sätt till dagvattenledningar under marken eller till stora dagvattenmagasin.

Växtbäddar för trädplantering med förmåga att ta emot dagvatten

För att en trädgrop ska kunna motta dagvatten som en källa till bevattning krävs det att bädden är permeabel och att det finns ett system som för bort det vatten trädet inte kan ta upp. Just skelettjordar fungerar bra då de består av en stor andel grov stenkross som vattnet lätt infiltreras genom enligt Alm i rapporten *Skelettjord – att hantera trafikdagvatten i stadsmiljö* (2005) och Stockholms växtbäddshandbok (2009). Skelettjord är en konstruerad planteringsjord som består av en blandning av grov stenkross och växtjord som skapats för att ge gatuträd bättre levnadsförhållanden vilket även minskar risken för rotinträngning i ledningar. En illustration av en skelettjord kan ses i figur 3. Tanken med skelettjord är att stenkrosset skapar ett styvt ”skelett” där jorden mellan stenarna inte ska kompakteras. I skelettkonstruktionen bildas hålrum och porer (Stockholms stad 2009; Myndighetsnätverket för klimatanpassning 2017). Hållrummen och porerna ger utrymme för vatten och syre i bädden och trädens rötter har då bättre förutsättningar att utvecklas än om trädet planterats i en traditionell växtbädd i en hårdgjord miljö (Stockholms stad 2009; Myndighetsnätverket för klimatanpassning 2017; Göteborgs stad 2018). Genom att använda skelettjord kan ytan ovanpå tåla belastningar utan att växtjorden under kompakteras. En traditionell växtbädd riskerar i högre grad att bli kompakterad om ytan ska vara körbar (Stockholms stad 2009; Myndighetsnätverket för klimatanpassning 2017). Det här innebär att en växtbädd med skelettjord kan vara större just för att det är möjligt att hårdgöra ovanpå den. Skelettjordar används därför under hårdgjorda körbanor då träd ska stå i eller i nära anslutning till dem, för att träden ska få tillräckligt med rotutrymme att växa i utan att ge avkall på ytan bilarna ska köra på (Pettersson 2006). Det finns olika sätt att anlägga en växtbädd med skelettjord där de två mest framträdande sätten i Sverige kallas för Stockholmsmodellen och Göteborgsmodellen.



Figur 3: Illustration över hur en skelettjord kan vara uppbyggd. Illustration inspirerad av Stockholmsmodellen.

Stockholmsmodellen

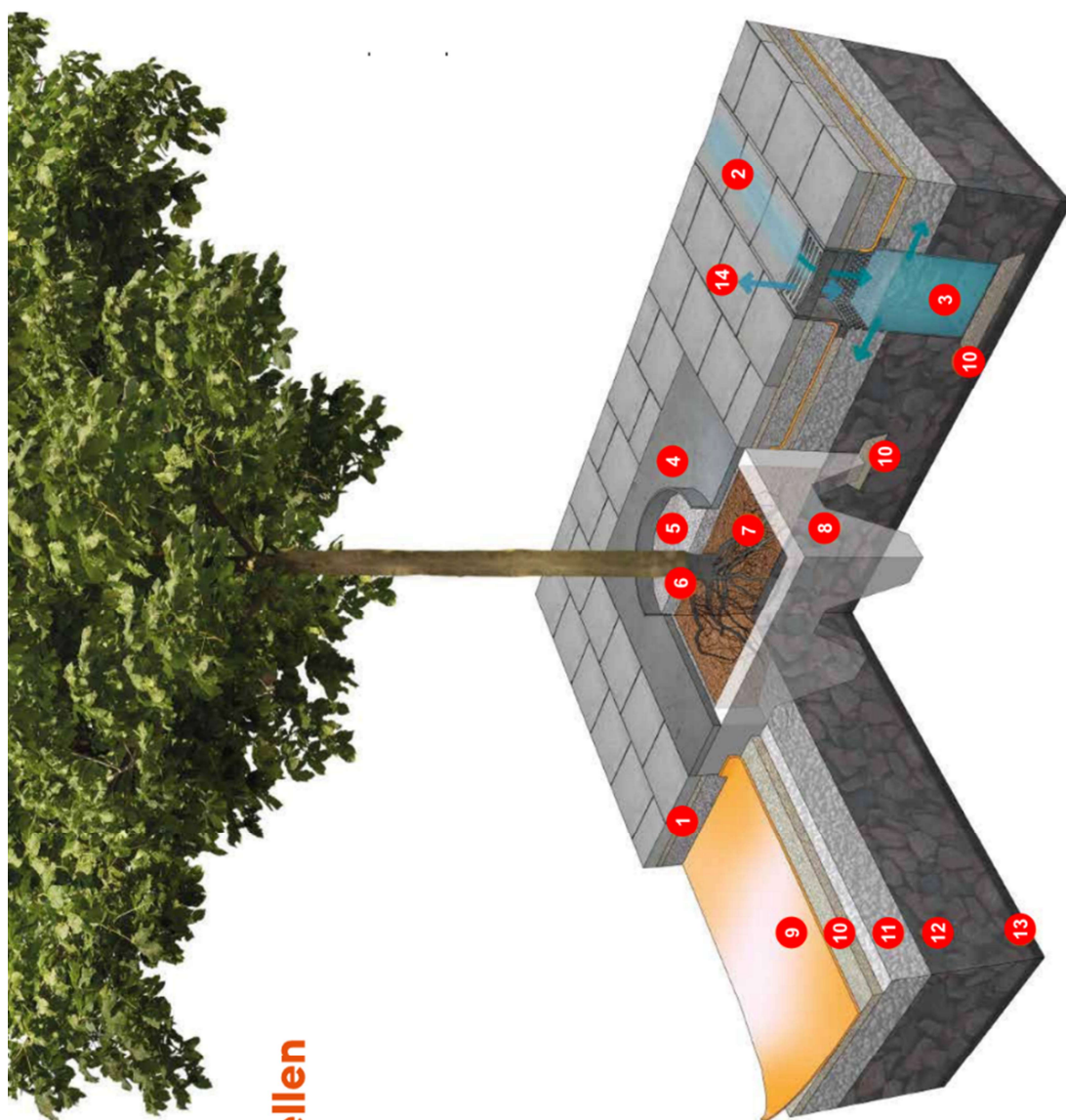
Stockholms stad förklarar i sin handbok *Växtbäddar i Stockholms stad* (2009) hur anläggandet av skelettjord enligt Stockholmsmodellen går till, och i figur 4 ses en ritning på hur det kan se ut. En skelettjord består till $\frac{1}{3}$ av växtjord och $\frac{2}{3}$ av makadam, där makadamet har en fraktion mellan 100-150 mm. Växtjorden kallas ”typ D” och är en jord med något lägre innehåll av ler och mull än ”vanlig” planteringsjord, ”typ A”, och har därför också en högre genomsläpplighet. Stenkrosset och jorden läggs i lager där det först läggs stenkross, max 300 mm, som komprimeras med hjälp av en vibroplatta, och sedan läggs växtjord i omgångar av 20-50 mm ovanpå. Jorden vattnas ned mellan stenarna tills stenlagret är mättat med jord. Nästa lager makadam kan läggas då all växtjord har blivit nedvattnad genom tidigare makadamlager. Det här upprepas ett par gånger tills önskat växtbäddsdjup är uppnått. Anledningen till att makadamet behöver packas före växtjorden spolas ned är därför att jorden inte ska kompakteras då ytan senare utsätts för belastning. För att det inte ska bli en kompakterad ”jordkaka” mellan två lager makadam är det av yttersta vikt att växtjorden vattnas ned ordentligt före nästa lager makadam läggs på. Trädet sätts inte direkt ned i skelettjorden, utan planteras vanligtvis i en planteringslåda av betong med öppningar på sidorna där rötterna kan leta sig ut till den omkringliggande skelettjorden. Planteringslådan fylls med en annan typ av växtjord, typ A, B eller C. Vilken växtjord som ska användas bestäms utefter hur omständigheterna ser ut. Vid normala förhållanden används växtjord typ A. Planteras trädet däremot i ett område där det kan förekomma salt förespråkas typ B som har en högre andel sand och lägre andel ler och mull. Då anläggningen är på bjälklag kan typ C användas, en pimpstensbaserad jord som håller låg vikt i jämförelse med typ A och typ B.

Runt planteringslådan läggs ett luftigt bärlager, som sedan åtskiljs med geotextil från överbyggnaden (Stockholms stad 2009). Vidare beskrivs det i Stockholms växtbäddshandbok (2009) att en infiltrationsbrunn eller infiltrationsyta behövs för att dagvatten från markytan ska tillföras till växtbädden. Det ska även anläggas en ledning i nedre delen av växtbädden som leder bort det vatten som trädet inte kan ta upp. För att trädets rotsystem ska få det gasutbyte som är nödvändigt anläggs en luftbrunn vilken bidrar till att syre tillförs till växtbädden, samtidigt som koldioxiden som avges från rotsystemet lättare kan föras ut ur växtbädden (Stockholms stad 2009). Ofta kan luftbrunn och infiltrationsbrunn kombineras. Krav på växtbäddens storlek brukar vara minst 15 m^3 för ett träd, men kan vara något mindre per träd då flera träd planteras i en större gemensam yta (Stockholms stad 2009). En växtbädd med skelettjord kan enligt rapporten *Kostnadsberäkningar av exempllösningar för dagvatten* (Andersson & Åkerman 2016) rymma upp till en tredjedel vatten, vilket innebär att växtbädden kan verka som ett dagvattenmagasin. Anledningen till att växtbädden kan magasinera så stora mängder vatten är på grund av de porer och hålrum som bildas i skelettjordskonstruktionen (Myndighetsnätverket för klimatanpassning 2017).

Stockholmsmodellen

Växtbädd med skelettjord

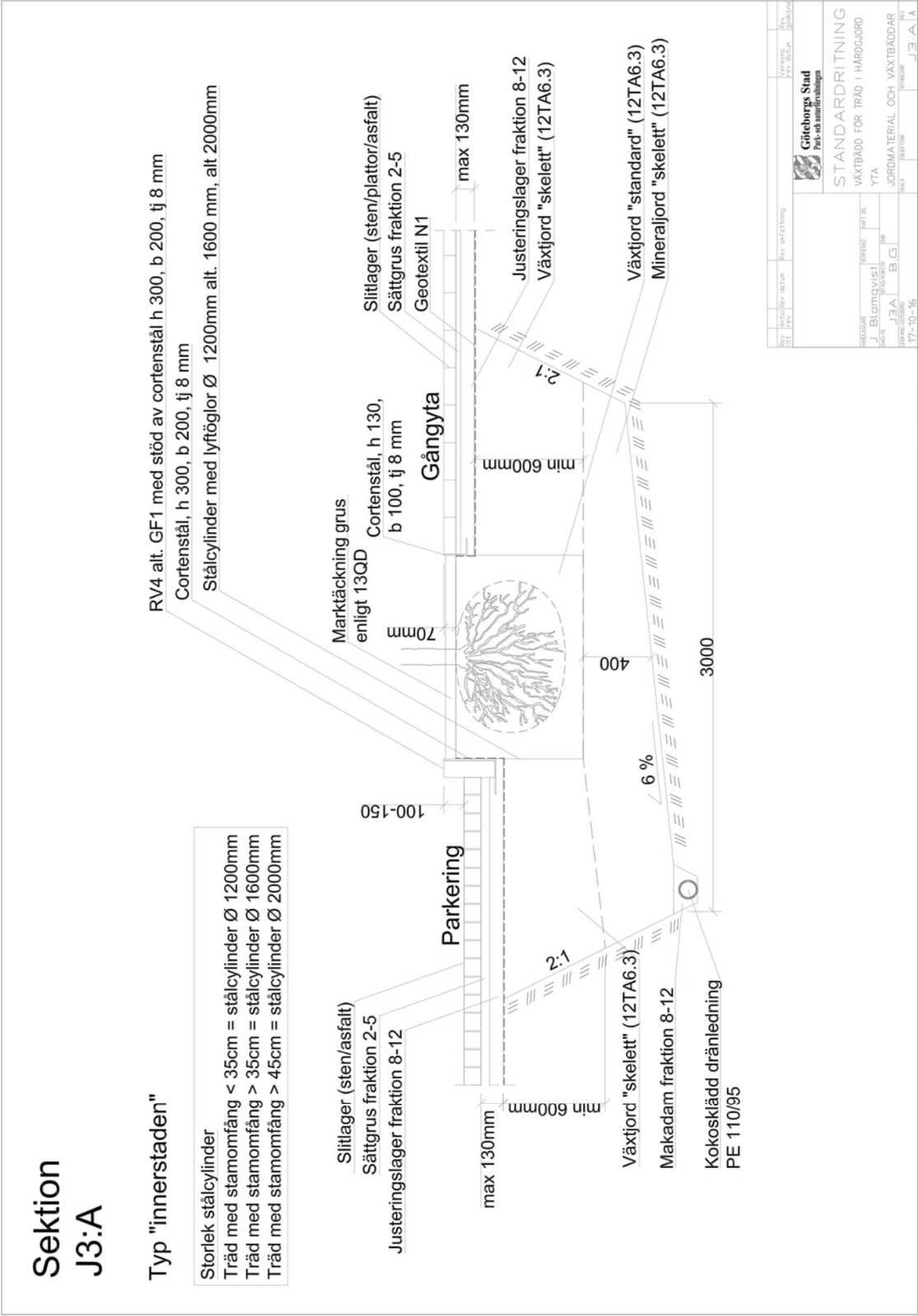
1. Beläggning med överbyggnad
2. Dagvattenrännna
3. Luftningsbrunn: infiltration av dagvatten och gasutbyte av syre och koldioxid
4. Markgaller
5. Täckmaterial, makadam 4/8 mm
6. Rothals på samma nivå som i plant skola
7. Makadam 2/6 mm + 25 volymprocent blandning av näringsberikad biokol och kompost (50/50)
8. Trädgropsfundament i betong
9. Geotextil
10. Avjämningsslager, makadam 8/11 mm
11. Luftigt bärlager, makadam 32/63 mm
12. Skärv 90/150 mm med växtjord typ B eller näringsberikad biokol nedspolad i hålrummen
13. Biokol
14. Gasutbyte (koldioxid/syre)



Figur 4: Uppbyggnad av en skelettjordskonstruktion enligt Stockholmsmodellen (Stockholms stad 2017).

Göteborgsmodellen

I Göteborgs stad anläggs en skelettjord som skiljer sig något från skelettjorden i Stockholms stad. De båda modellerna har samma syfte vilket är att skapa mer rottillgänglig yta för träden, samtidigt som markytan ska tåla tung belastning. Växtbädden ska även kunna infiltrera dagvatten. Den största skillnaden mellan de två modellerna är att med Göteborgsmodellen blandas kross och jord från början och levereras färdigblandad till platsen för anläggandet. Detta för att jordmånen i Göteborg utgörs till stor del av lera (Sveriges geologiska undersökning u.å.), vilket innebär att även jorden i skelettkonstruktionen ska ha en hög lerhalt (Runander 2014). Eftersom en jord med hög lerhalt inte kan spolask ned i krosset behöver de båda komponenterna blandas på förhand. I Göteborgs stads tekniska handbok beskrivs hur anläggandet av skelettjorden ska gå till och en ritning över hur skelettjorden är uppbyggd kan ses i figur 5 (Göteborgs stad 2019). I handboken beskrivs att blandningen av jord och kross ska lyftas varsamt med skopa ned i gropen för att undvika skiktning vid anläggandet. Skelettkonstruktionen består i Göteborg av två olika skelettjordar, benämnda ”mineraljord skelett” och ”växtjord skelett” (Göteborgs stad 2019). Skillnaden mellan de två skelettjordarna är främst deras mullhalt. I mineraljord skelett ska mullhalten vara <2 vikt%, medan den i växtjord skelett ska vara 3-5 vikt% (Göteborgs stad 2018a). Mineraljord skelett läggs ut i två lager om 200-250 mm där båda lagren packas väl med skopa eller padda. Ovanpå mineraljord skelett placeras en stålcylder med dimension 1200-2000 mm (beroende på trädets stamomfång). Stålcylderns funktion är att vid anläggandet skapa utrymme för växtjorden som trädet ska planteras i. Växtjord skelett läggs ut ovanpå mineraljord skelett, runt stålcyldern. Även växtjord skelett läggs ut i två lager om 200-250 mm som packas väl med skopa eller padda. Stålcyldern fylls med en jord benämnd ”växtjord standard” som har en något högre mullhalt än växtjord skelett, 3-8 vikt%. Stålcyldern lyfts sedan bort och planteringen av trädet kan utföras.



Figur 5: Uppbyggnad av en skelettjordskonstruktion enligt Göteborgsmodellen (Göteborgs stad 2019).

De två modellerna

Det råder skilda meningar om vilken av metoderna som har störst chans att bli välfungerande växtbäddar. Gemensamt för dem båda är att det är viktigt att skelettjorden anläggs på ett korrekt sätt av kunniga entreprenörer, för att växtbädden ska fungera som tänkt och skapa en god växtmiljö för trädet (Stockholms stad 2017, Göteborgs stad 2019). Det svåra vid anläggandet av en skelettjord är att det är många steg som ska utföras och om de inte utförs på ett korrekt sätt är risken att växtbädden blir misslyckad och behöver anläggas på nytt (Stockholms stad 2017, Göteborgs stad 2019). Av den anledningen är det av stor vikt att de olika stegen, eller nyckelskeden, fotodokumenteras och skickas till beställaren som kan se till så att det blir som tänkt. Utöver det här är det även önskvärt att entreprenören själv vet vad en skelettjord är och hur den ska anläggas, så att de själva också kan se att det går rätt till. Några misstag som har visat sig vanliga vid anläggandet av skelettjord enligt Stockholmsmodellen beskrivs i Stockholms handbok för växtbäddar (2017):

- Fel fraktion används i stenkrosset. För liten fraktion skapar en ogenomtränglig planteringsyta.
- Stenkross och jord blandas på förhand
- Jorden som ska spolats ned läggs i för tjocka lager och slammar därför igen stenkrosset, vilket i sin tur leder till att mindre jord kommer ned i skelettet och skelettet blir för kompakt.
- Planteringslådans hål sätts igen för att stenkrosset inte ska falla in. Det är i sin ordning att krosset faller in i lådan - en igensättning av lådan skapar problem både för trädets rötter och kan vid ett senare tillfälle orsaka sättningar i marken om det som används för att sätta igen lådan ger efter.
- Infiltrationsbrunnarna placeras i fel höjd eller glöms bort.

Det kan genom Stockholms lista av vanliga misstag, ovan, utläsas att utförandet av Göteborgsmodellen där kross och jord blandas på förhand anses som felaktigt. Skelettjordar har börjat användas i större utsträckning i andra städer i Sverige, till exempel i Malmö, och då är det en konstruktion närmast lik Stockholmsmodellen i utförandet, som är vanligast förekommande (Runander 2014).

I dagsläget anlägger Stockholms stad alltid växtbäddar med skelettjord då ett träd ska planteras i gatumiljö³. I rapporten *Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten* (Andersson & Åkerman 2016) beskrivs att en nyanläggning av skelettjord beräknas kosta omkring 60 000 kronor per träd, vilket kan jämföras med en nyanläggning av en traditionell växtbädd där kostnaden ligger på omkring 25 000 kronor per träd. Däremot kostar det mer att anlägga skelettjord i redan befintlig anläggning där det på grund av till exempel ledningar kan komma upp i kostnader på runt 250-350 000 kronor per träd (Andersson & Åkerman 2016). Det kan då även konstateras att en traditionell växtbädd också bör ha en dyrare anläggningskostnad i befintlig miljö än vid en nyanläggning. Har skelettjorden anlagts på ett fackmannamässigt korrekt sätt är underhållskostnaderna relativt låga. Underhållsarbetet av en skelettjord innefattar rensning av infiltrationsbrunnen från löv och skräp ungefär en gång om året (Andersson & Åkerman 2016).

³Embrén, Björn. Trädspecialist på trafikkontoret, Stockholm. *Personligt meddelande via mail*. April 19, 2017.

4. Att leda dagvatten till trädgropar

Det finns många olika sätt att leda dagvattnet till en trädgrop. De två huvudkategorierna är bevattning på bred front och bevattning i punktform. Bevattning på bred front kan vara allt ifrån ett infiltrationsdike till en yta med genomsläpplig beläggning. Bevattning i punktform kan vara till exempel genom en infiltrationsbrunn eller en simpel lösning så som en öppning i kantstenen in till en växtbädd.

Öppning i kantsten vid växtbädd

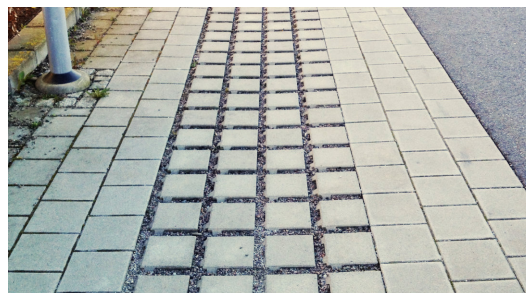
En lösning på hur vattnet kan ledas till en planteringsgrop är genom att ha en öppning in till planteringsbädden, se figur 4. Genom att justera höjderna runt planteringsbädden och skapa en ränna för ytavrinningen kan vattnet då ledas till växtbädden. Det är inte alltid att en ränna behövs, till exempel kan öppningarna i kanstenen placeras så att förbircinnande vatten rinner in till växtbädden, exempelvis längs en gata.



Figur 4: Öppning i kantsten in till växtbädd. Foto: Low Impact Development Approaches Handbook, 2009.

Genomsläpplig beläggning

En hårdgjord beläggning med genomsläppliga egenskaper kan vara till exempel kross, genomsläpplig asfalt, armerat gräs eller beläggning med stora fogar. Den senare visas i figur 5, där betongmarksten med distanser skapar stora fogar som fyllts med stenkross. Problemet med genomsläppliga beläggningar kan dock vara att även fogarna kan slammas igen, och att det då blir svårare för dagvattnet att infiltreras.



Figur 5: Breda fogar mellan plattor som fylls med kross ger en hårdgjord men genomsläpplig beläggning.

Infiltrationsbrunn

Bevattning av trädgropar genom tillsättning av en infiltrationsbrunn kan se ut på många olika sätt. I figur 6a visas en växtbädd med infiltrationsbrunn liggandes intill, vilken förser trädgropen med vatten och gasutbyte. I den situationen placeras brunnen i en lågpunkt för att dagvattnet ska rinna ner. Brunnen behöver inte ligga i plan med växtbädden utan kan även placeras nedanför så att en växtbädd på t.ex. en gångbana kan ta emot dagvatten från vägbanan, se figur 6b.



Figur 6a-b: Två varianter av en infiltrationsbrunn som förser trädgropen med dagvatten och gasutbyte. I övre bild (6a) ses en infiltrationsbrunn i plan med beläggningen och i undre bild (6b) ses en infiltrationsbrunn som mottar vatten från vägbanan.

Vilka ämnen tillförs via dagvattnet?

Med dagvattnet medföljer substanser som vattnet fångar upp då det rinner genom staden. I det här avsnittet presenteras en kort beskrivning av de vanligaste förekommande ämnen som kan ses i dagvatten i städer.

Nedbrytbart organiskt material

Nedbrytbart organiskt material kan vara allt från nedfallna löv till bortflugna kvitton. Nedbrytningshastigheten av sådana material beror till stor del på fukthalt, värme och pH. De som bryter ned materialen är mikroorganismer, bakterier och svampar och slutprodukterna av nedbrytningen då syretillgången är god blir vatten, koldioxid, ammonium, sulfat och andra salter (SLU u.å.). Det nedbrytbara organiska materialet kan ställa till problem då det täpper till dagvatten- eller luftbrunnar, men är förutom det inte ett hot för träden eftersom det bryts ned och bildar näringsämnen som träden kan ta tillvara på (Naturvårdsverket 2017). I dagsläget är det snarare en brist på de här näringsämnena i trädgropar (Myndighetsnätverket för klimatanpassning 2017), då de ofta tas bort på grund av att det anses mindre estetiskt tilltalande och skräpigt att de ligger kvar. I naturen återför trädens nedfallna löv och kvistar näringsämnen till jorden, som trädens rotsystem sedan kan ta upp på nytt.

Näringsämnena

I dagvatten finns ofta näringsämnena som kväve och fosfor (Naturvårdsverket 2017). Kväveföreningar som ammonium och nitrater återfinns enligt Naturvårdsverket (2017) i dagvatten genom till exempel förbränningar, trafik, gödningsmedel och djurhållning. Fosfor är ett ämne som tidigare år släppts ut i stora mängder i naturen på grund av att det varit en ingrediens i tvättmedel. Sedan det slutat användas i tvättmedel har utsläppen minskat och kommer nu i huvudsak från handelsgödsel och gårdsavfall. Både kväve och fosfor är livsviktiga näringsämnen för växter, som stadsträd ofta får för lite av, men kan då de följer med dagvattnet ut i vattendrag eller sjöar och hav bidra till övergödning (Naturvårdsverket 2018). Därför kan det ses som ett bra alternativ att leda dagvatten till trädgropar då de kan ta tillvara på näringsämnena kväve och fosfor och minska mängden som kommer ut till sjöar och vattendrag.

Partiklar

Partiklar är ämnen som förekommer i luften och härstammar från till exempel dubbdäckslitage, byggarbetsplatser, industrier, förbränningar och vinterväghållning (Naturvårdsverket 2016a). Partiklar är ett samlingsnamn för olika typer av föroreningar där de kan ha olika storlek, härkomst och sammansättning. Det har visats att partiklar har en förmåga att bära med sig föroreningar så som metaller och organiska föroreningar (Naturvårdsverket 2016a). Vid nederbörd följer partiklar med och hamnar på så sätt i stadens dagvatten. De partikulära ämnen som återfinns i dagvatten har kunnat delas in i tre huvudgrupper: större partiklar, suspenderat material och löst material. Det beräknas finnas runt 150–200 mg/l partiklar i dagvatten i städer, men den siffran blir snabbt högre i nära anslutning till högt trafikerade vägar (Marklund 2014).

Undersökningar i Tyskland (Marklund 2014) har visat att nednötningen av asfalt på en högtrafikerad körbana kan alstra 10 kg asfalt per längdmeter och år. Då det under vinterhalvåret

används dubbdäck utsätts vägar för extra påfrestning och slits ned i större utsträckning än på sommarhalvåret, vilket alstrar än mer partiklar på vägbanan och i luften.

Halogena organiska ämnen

Halogena organiska ämnen som kan förekomma i dagvattnet innefattar bland annat polycykliska aromatiska kolväten, PAH. PAH är ett samlingsnamn för hundratal olika kemiska ämnen som bildas vid en ofullständig förbränning av till exempel olika kol- och oljeprodukter, så som i bilars förbränningsmotorer (Naturvårdsverket 2017). Förutom genom ofullständig förbränning kan PAH-föreningar spridas genom nednötning av asfalt, då PAH är en komponent i asfaltmassan. HA-oljor, högaromatiska oljor, kan finnas i bildäck och nednötningen av bildäcken mot vägbanan är en av orsakerna till att PAH sprids i luften (Naturvårdsverket 2017). PAH:er är stabila och kan därför vara svåra att bryta ned (Kemikalieinspektionen 2016). I vattenmiljöer förs de med partiklar ned till sedimenten och kan bli kvar väldigt länge. De kan orsaka allvarliga skador på både människors hälsa och på vattenlevande organismer och dess ekosystem (Naturvårdsverket 2017). PAH-föreningar ses ofta i stadens dagvatten då de är vanligt förekommande i stadsmiljöer på grund av trafik.

Tungmetaller

Tungmetaller släpps ut i atmosfären vid en mängd olika tillfällen, till exempel vid särskild industriell verksamhet, förbränning av fossila bränslen eller genom förbränning av biobränslen. De kan även komma från koppar- eller plåtbeklädda byggnader. Inom gruppen tungmetaller ingår bland annat kadmium, bly, nickel, zink, koppar och krom. Metallerna kan inte brytas ned i naturen utan då de landar på marken blir de ofta liggande kvar och kan plockas upp av dagvattnet och transporteras vidare till sjöar och vattendrag. Det här ger förorenade vatten som kan påverka miljö, djur och människor negativt. (Naturvårdsverket 2016b)

Träd har en förmåga att ta upp tungmetaller och lagra dem i veden, utan att bli negativt påverkade av det. Att de kan ta upp tungmetaller från dagvatten innebär att de har en renande effekt på vattnet och kan minska mängden tungmetaller som sedan kommer ut till recipienter så som sjöar och vattendrag. Hyperackumulator är ett samlingsnamn för de växter som har extra hög förmåga att lagra tungmetaller (Yoon et al. 2006). Dessa växter kan strategiskt användas för att rena förorenad jord. Dock frigörs tungmetallerna igen vid förbränning av växterna, vilket är någonting som måste beaktas när växtligheten planeras att avverkas.

Vägsaltet, föroreningen med störst negativ påverkan på träden

Forskning har gjorts för att undersöka i hur stor utsträckning träd och annan växtlighet påverkas av olika typer av föroreningar. Forskningen är ofta nischad och liten i sin omfattning. Att finna en gemensam sammanställning av de olika föroreningarna som finns i dagvatten med deras påverkan på växtlighet verkar inte finnas. Efter sökande av vilka föroreningar som påverkar träd i störst utsträckning var det vägsalt som stod ut mest. En utförligare beskrivning av vägsaltets påverkan presenteras i det här avsnittet. Under vintermånader halkbekämpas många vägar med salt vilket gör att det vid snösmältning följer med salt i smältvattnet. Högre upp i nordligare delar av Sverige behandlas vägarna i större utsträckning med sand medan det i de sydligare delarna av landet istället används salt. De två vanligaste salterna som används inom

väghållning är natriumklorid, NaCl, och kalciumklorid, CaCl₂. Ofta är det natriumklorid som används vid vinterväghållning som halkbekämpning, medan kalciumklorid kan användas som dammbindning på grusvägar (Trafikverket 2019b). Kalciumklorid har en förmåga att dra åt sig mer vätska än natriumklorid gör, vilket är en anledning till att det inte används lika ofta för halkbekämpning.

Vid tillförsel av dessa salter sker flera förändringar i marken. Jordens salthalt kommer att öka, liksom dess pH (Czerniawska-Kusza et al. 2004; Dmuchowski et al. 2014). Det osmotiska värdet i jorden kommer att öka med ökad mängd salt, och med högre osmotisk kraft blir det vatten som tidigare varit växttillgängligt otillgängligt. En salthalt i jord som överstiger 0,5 procent har visat sig göra vatten fullkomligt otillgängligt för växter. (Czerniawska-Kusza et al. 2004). En studie utförd i Thailand visade att tillsats av natriumklorid till en sandig lerjord resulterade i ökad mängd svampar, men minskad mängd bakterier. Både svampar och bakterier spelar en viktig roll i jorden så om den ena gruppen utesluts kan negativa effekter uppstå på grund av det här (Yokoyama et al. 1992).

Studier har visat att saltstress på träd ofta ses på trädens blad som kloros och nekros i kanterna (Czerniawska-Kusza et al. 2004; Dmuchowski et al. 2014). Höga stressnivåer kan resultera i toppdöd och bladfällning. Studier av saltpåverkan på alléträd i regionen Opole i Polen visade olika toxicitet vid de två typerna av väghållningssalt, natriumklorid, och kalciumklorid, där natriumklorid visade sig vara mest giftig för träden. (Czerniawska-Kusza et al. 2004). Olika träd är mer eller mindre toleranta mot stress på grund av väghållningssalt. Flera studier har visat att vissa lindar, exempelvis *Tilia x europaea* 'Euchlora', är mer känslig för natriumklorid och visar då tidigare tecken på stress än vissa andra träd. Ek, *Quercus rubra*, är ett träd som har visat sig vara mycket tolerant mot förhöjda mängder natriumklorid i jord (Dmuchowski et al. 2013). Det problematiska med saltstress hos träd är att det ofta ger upphov till liknande symptom som vattenbrist med bruna bladkanter, bladnekros och hämmad skotttillväxt. Av den anledningen kan en korrekt diagnos ibland vara svår att ställa, om problemet ligger i att trädet utsätts för förhöjda halter av salt eller om det ”endast” råder vattenbrist (Sandberg 2018). Dock kan saltskador i vissa fall visa sig tydligt genom direkta skador från salt som stänkt på trädet, menar Sandberg (2018).

Om en trädgröp i en miljö där det saltas på vägarna ska bevattnas med dagvatten behöver jorden vara sand- och grusdominerad. Om jorden har en hög lerhalt bidrar saltet till en igenslamning av porer i marken, vilket i sin tur leder till syrebrist i jorden. Tillsats av salt till en jord med högre lerhalt kan förstöra jordens kemiska bindningar och genom det även jordens struktur (Sjöman & Slagstedt 2015). Det här får till följd att trädens rötter inte får den mängd syre de behöver. Stockholm stad (2009) menar att om jorden är sand- och grusdominerad kan saltet istället sköljas igenom utan större risk att skada trädens rötter. Det här innebär dock att även vattnet snabbt sköljs igenom jorden, eftersom sand- och grusdominerade jordar har en låg vattenhållande förmåga. Det finns både för- och nackdelar med det. En fördel är att det är lägre risk för syrebrist i marken, men nackdelen är att jorden torkar ut snabbare och att träden då har mindre tillgång till vatten. En sand- och grusdominerad jord har även svårt att bibehålla näringsämnen.

3. Fallstudie Lund

Introduktion till platsen

Platsen som studerats är Ernst Wigforss gata och är belägen i västra Lund i Skåne, se figur 9a-d. Det är en mindre gata med hastighetsgräns 30 km/h och som till största del trafikeras av personbilar. Gatan har bostadshus på båda sidor, på södra sidan ett femvåningshus och på norra sidan ett tvåvåningshus med intilliggande uteplatser. På den södra sidan finns en trädrad med fyra klibbalar, *Alnus glutinosa*, planterade i traditionella växtbäddar. Att trädslaget är just klibbal har inte någon nämnvärd betydelse, då fallstudien endast ämnar visualisera hur stor dagvattenmängd det kan tänkas bli på platsen. Trädens växtbädd ligger i höjd med trottoarkanten vilket gör att dagvatten från gatan inte infiltreras ned i växtbädden utan leds till dagvattenbrunnar i gatuplanet. Jordarten i området är en moränlera (SGU u.å.).



Figur 9a: Ernst Wigforss gata, vy mot väster.



Figur 9b: Ernst Wigforss gata, vy mot öster.



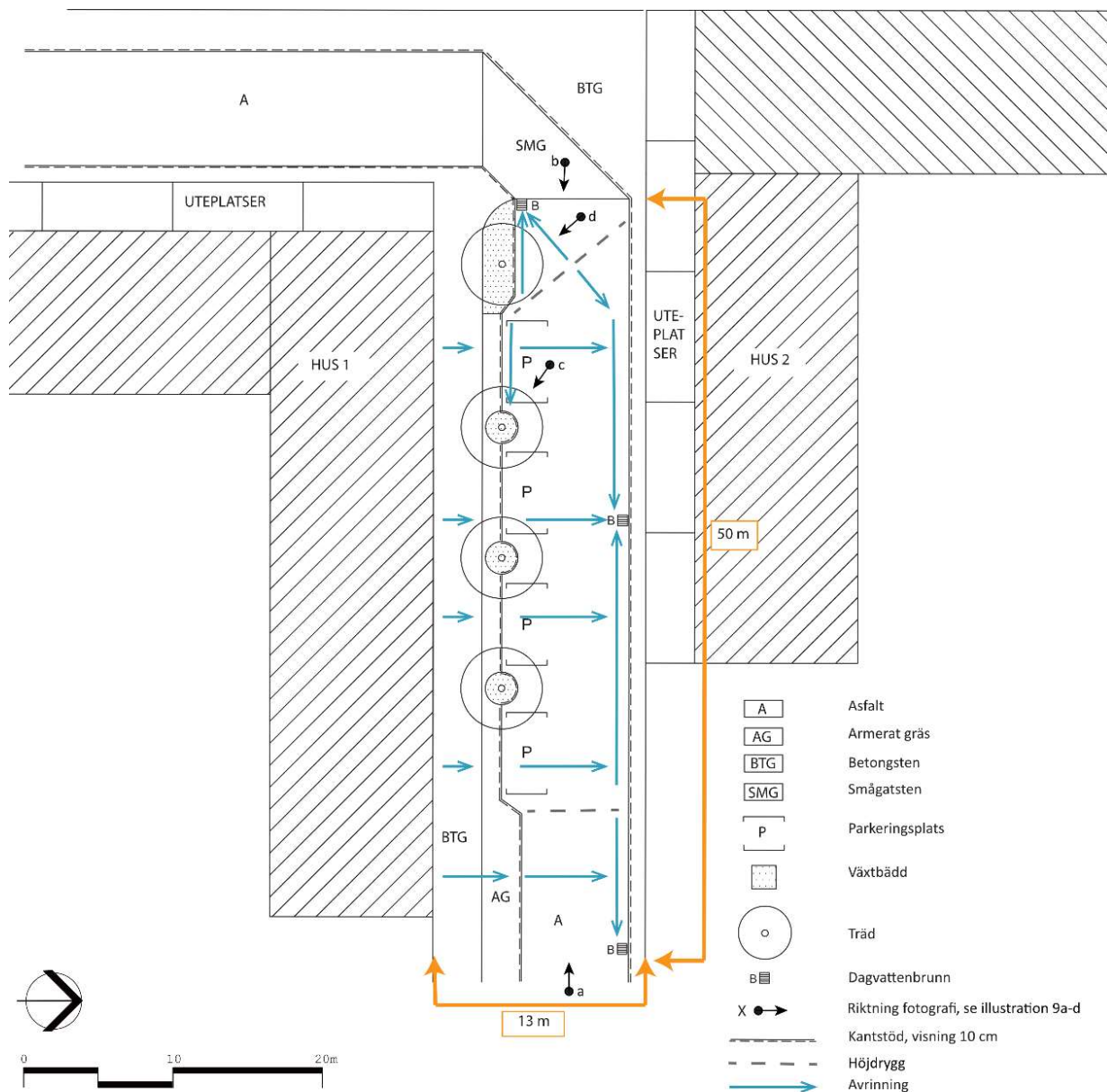
Figur 9c: Befintlig växtbädd.



Figur 9d: Befintlig växtbädd.

Avvattning av platsen idag

Figur 10 visar Ernst Wigforss gata och hur dagvattnet rör sig över gatan idag. De blå pilarna markerar vattnets riktning och de tre dagvattenbrunnarna som vattnet leds ned i är markerade med ett "B". Området som ska undersökas är markerat med orange pilar och är 50 meter i längd och 13 meter i bredd, vilket ger en yta på 650 m².



Figur 10: Ernst Wigforss gata idag. Ytavrinning illustrerad med blå pilar.

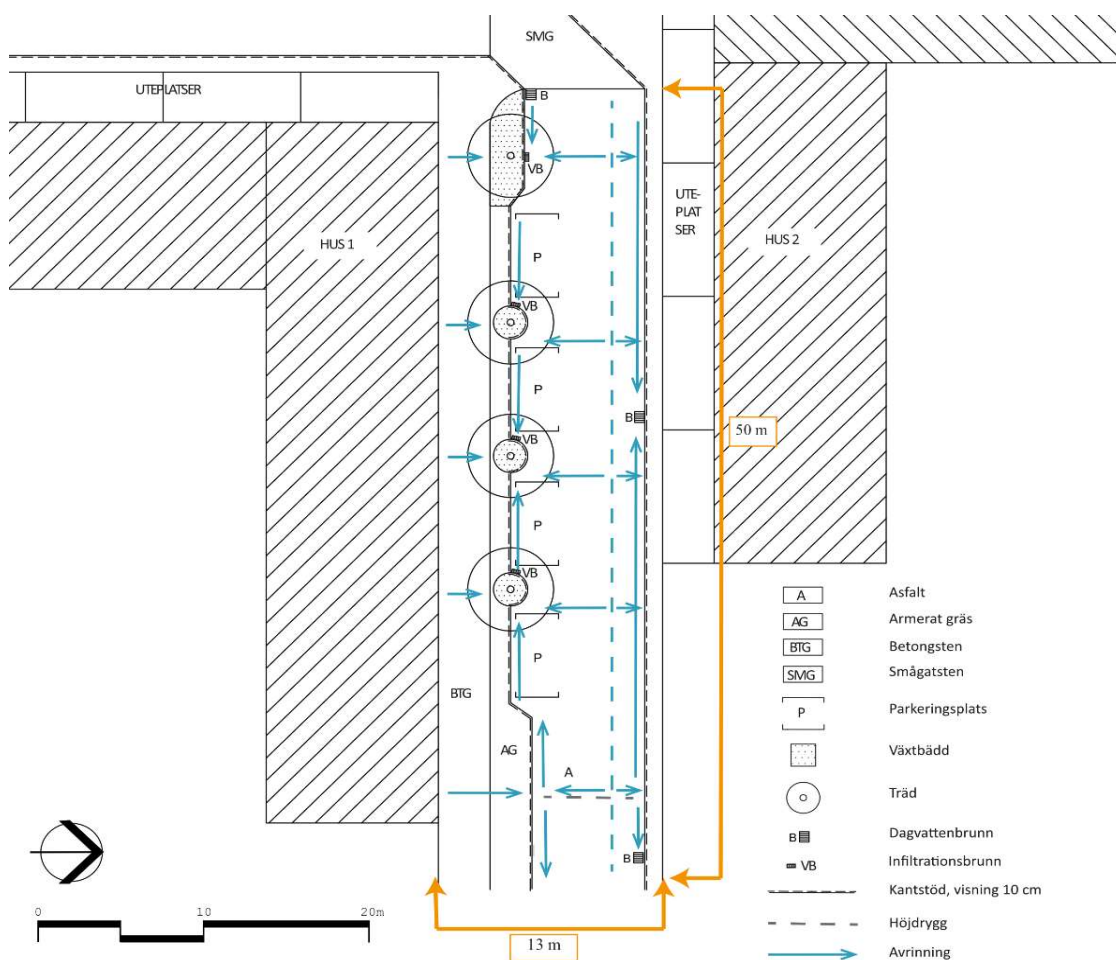
Vad som ses i figur 10 är att dagvattnet på ett tydligt sätt leds förbi växtbäddarna och rakt ned i dagvattenbrunnarna. Det finns alltså i dagsläget inte någon fördröjning av dagvattnet på platsen.

Räkneexempel med gestaltningsförslag

I förslaget som har gjorts, se figur 12, har höjdsättningen på gatan förändrats så att dagvattnet rinner mot växtbäddarna istället för direkt till dagvattenbrunnarna. Eftersom växtbäddarna är i höjd med trottoaren är det utplacerat en brunn invid varje växtbädd dit vattnet kan rinna ned, se figur 11. Genom de här brunnarna förs vattnet till växtbädden och kan infiltreras ned till trädens rotsystem. Brunnarna fungerar även för gasutbyte där syre förs ned till rotsystemet och koldioxid kan sippra ut. För att det ska vara möjligt att leda stora mängder vatten till växtbäddarna är det önskvärt att växtbäddarna har en hög permeabilitet. För att uppnå en högre permeabilitet i växtbäddarna kan de existerande, traditionella, växtbäddarna göras om till växtbäddar av skelettjordstyp. Då jordarten i terrassen består av moränlera bör en dräneringsledning placeras i nedre delen av växtbädden, vilken kan föra bort överflödigt dagvatten till det befintliga dagvattensystemet. På så sätt riskerar växtbäddarna inte att bli vattenmättade under en längre tid.



Figur 11: Infiltrationsbrunn där dagvatten från gatan kan tas om hand i växtbädd på gångvägen bredvid.



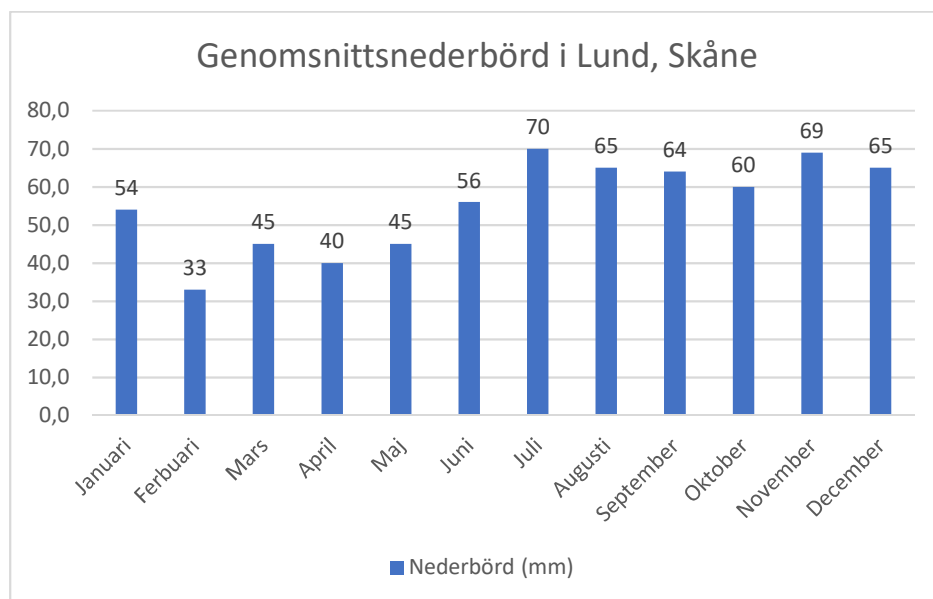
Figur 12: Ernst Wigforss gata med ett nytt avrinningsförslag. Det nya avrinningsmönstret innebär att dagvattnet nu rinner mot växtbäddarna istället för direkt till dagvattenbrunnarna.

En höjdrygg längs gatan gör att om det blir stående vatten på gatuplanet kan det rinna över höjdryggen och ned i de ursprungliga dagvattenbrunnarna. Det här minskar risken för översvämning på gatan.

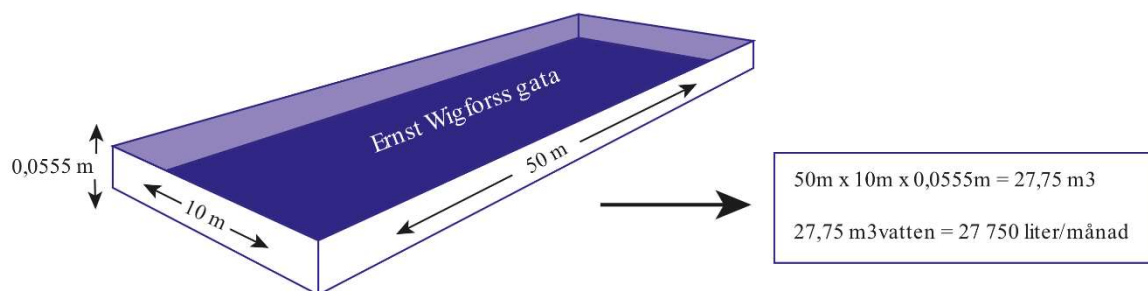
Hur stor blir mängden vatten i växtbädden?

Ytan i studien är 650 m². För att beräkna mängden dagvatten som i dagsläget rinner till dagvattenbrunnarna behövs information om hur den genomsnittliga nederbörden ser ut i Lund. Den här informationen kan ses i tabell 1.

Tabell 1: Diagram över genomsnittlig nederbörd i Lund (SMHI 2017).

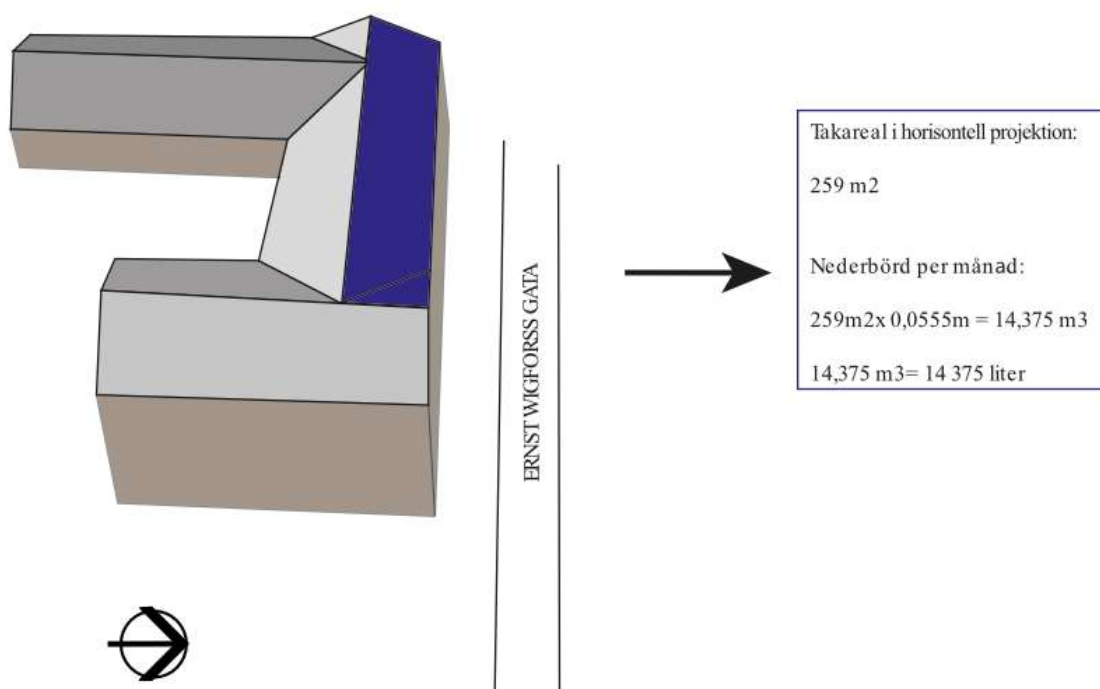


Beräkningen som ska göras utgår ifrån tre olika nederbördsmängder - den minsta, 33,0 mm som faller i februari; den största, 70,0 mm som faller i juli och en över året genomsnittlig nederbörd, 55,5 mm. För att beräkna hur stor nederbörden är under en månad multipliceras gatans längd och bredd med nederbördsmängden som faller den månaden. Gatan bredd beräknas från husväggen åt söder till höjdryggen åt norr. Den första beräkningen utgår ifrån medelvärde 55,5 mm (0,0555 m) och i figur 13 illustreras uträkningen.



Figur 13: Illustration över uträkningen av genomsnittlig nederbördsmängd per månad på Ernst Wigforss gata. I beräkningen gör en uträkning på ytan från husväggen åt söder, till höjdryggen längs vägbanan åt norr.

De andra två beräkningarna görs på samma sätt och ger värdena 16 500 liter vid 33,0 mm och 35 000 liter vid 70,0 mm. Utöver nederbörd som faller direkt på gatan tillkommer även den nederbörd som faller på ena sidan av femvåningshusets lutande tak – en yta som i horisontell projektion utgör 259 m². I dagsläget leds det här vattnet genom stuprör direkt till ledningar under marken, men i gestaltungsförslaget räknas den här vattenmängden med som bevattning till växtbäddarna. Figur 14 illustrerar uträkningen av nederbördsmängd från takets yta. En avgränsning har gjorts genom att inte beräkna nederbörden som faller på uteplatserna på norra sidan av vägen, då det krävs närmare undersökning för att se hur stor mängd av vattnet som skulle fortsätta ned till gatan.



Figur 14: Illustrationen visar uträkningen av nederbörden som faller på taket per månad. Uträkningen baseras på den över året genomsnittliga nederbördsmängden 55,5 mm.

Tabell 2 är en sammanställning av de tre olika nederbördsmängderna och hur många liter den totala dagvattenmängden blir. Vid beräkning av hur stor del av nederbörden som kommer att bilda avrinning används en faktor som kallas avrinningskoefficient. Plana ytor så som tak och asfalterade ytor har en hög avrinningskoefficient, vilket innebär att en hög andel av nederbörden bildar avrinning och endast en liten del av nederbörden kommer att infiltreras eller evaporera från ytan. Begreppet avrinningskoefficient förklaras av Svenskt Vatten (2004) som ”förhållandet mellan maximal specifik dagvattenavrinning och tillhörande regnintensitet”. Skalan för avrinningskoefficient går från 0,1-0,9 (Svenskt Vatten 2004).

För att slutligen beräkna hur stor den totala mängden vatten blir till varje växtbädd adderas nederbörds mängden från gatan och från taket och divideras med antalet växtbäddar som finns längs gatan, alltså fyra stycken. Den genomsnittliga vattenmängden till varje växtbädd ses i tabell 2.

Tabell 2: Beräkningstabell för genomsnittlig mängd vatten till varje växtbädd.

Månad	Nederbörd (mm)	Vattenmängd från gata (avrinningskoefficient 0,8) (l)	Vattenmängd från tak (avrinningskoefficient 0,9) (l)	Total mängd vatten (l)	Dagvattenmängd till varje växtbädd (l/månad) (total mängd/4)	Genomsnittlig dagvattenmängd till varje växtbädd (l/dag)
Feb	33,0	13 200	7 690	20 890	5 220	174
Juli	70,0	28 000	16 320	44 320	11 080	369
Över året genomsnittlig	55,5	22 200	12 940	35 140	8 785	293

Det kan genom uträkningen i tabell 2 konstateras att det blir en substantiell mängd dagvatten till varje växtbädd, även under månader med en lägre nederbörds mängd.

4. Diskussion och reflektion

Syftet med uppsatsen var att undersöka huruvida det är möjligt att tillföra dagvatten som en bevattningskälla till gatuträd, utan att träden tar skada av det. En litteraturstudie utfördes som undersökte vad för typ av växtbädd som kunde hantera tillförsel av dagvatten och vilka föroreningar som är vanligt förekommande i dagvattnet. Fallstudien syftade till att undersöka hur stor mängd dagvatten som en växtbädd kan tänkas tillföras genom ett förändrat avrinningsmönster.

Det har genom litteraturstudien visats att en typ av växtbädd som fungerar bra i dagvattenssammanhang är skelettjordar. Då det i skelettkonstruktionen bildas hålrum och porer har den typen av växtbädd både goda möjligheter för infiltration och magasinering av dagvatten. Konstruktionen av skelettjorden ger även goda utvecklingsmöjligheter för trädens rotsystem då porerna i konstruktionen kan hålla syre och vatten. Att skelettjordar kan användas under trafikerade ytor utan att kompakteras innebär att träden får möjlighet till bättre utveckling än om de planteras i en traditionell växtbädd, som i samma situation skulle kompakteras.

Genom de studier som lästs för den här uppsatsen visade det sig att det var påverkan av vägsalt som hade störst negativ effekt på trädens vitalitet. Dock genomfördes ingen av dessa studier på träd som har dagvatten som sin största bevattningskälla, vilket teoretiskt sett kan innebära att användandet av dagvatten som den främsta källan till vatten kan ha en ännu större negativ effekt på träden än vad som visats i dessa studier. Salt kan ge förändringar i jorden och dess struktur, vilka både direkt och indirekt kan försämra levnadsförhållanden för träden. En ökad mängd natriumklorid i jorden kommer att minska mängden växttillgängligt vatten, minska aktiviteten av mikroorganismer och påverkar de kemiska substanserna i trädet. Eftersom natriumklorid har visat sig mer toxiskt för träden än kalciumklorid innebär det att det under vinterhalvåret finns en större mängd toxiskt salt i dagvattnet än under sommarhalvåret. Dock är lövfällande träd i vila under vintern vilket betyder att saltet inte kommer att påverka dem i den utsträckning som det hade gjort om de var aktiva. Detsamma gäller dock inte för städsegröna träd, som beroende på temperatur är aktiva även under vintermånaderna. Olika trädslag är mer eller mindre toleranta mot påfrestningarna av det toxiska saltet. Träden kan även påverkas i olika hög grad vid olika ålder och storlek. Träd med hög salttolerans kan i yngre år vara mer känsliga för salt än de blir efter en god etablering på platsen.

Eftersom vägsalt kan ha en negativ inverkan på träden bör detta beaktas vid planering av dagvatten som en källa för bevattning. Som ett hjälpmedel i den planeringen kan kommunernas väghållningsdokumentation användas. Bland annat Lunds kommun visar på sin hemsida vilka av deras gator som saltas under vintertid, vilket kan vara ett bra underlag vid planeringen. Kanske bör träd planterade längs en gata som saltas under vintermånaderna inte ha ytavrinning från trafikerade ytor som en huvudsaklig källa till vatten. Det kan på så sätt vara bättre att använda denna typ av bevattningsteknik i delar av staden där vägsalt inte används, eller bara används i mindre mängder. Dock spelar inflödet av vatten roll. Det ytvatten som bildas på en saltad gata behöver inte ledas till gatuträden som står bredvid, utan de träden kan motta ytavrinning från gångbanan och hustaken som bevattning istället. Som skrivet i avsnittet om

skelettjord har jordens uppbyggnad också inverkan på hur stor påverkan föroreningarna i dagvattnet har på jordstrukturen och träden. En jord som är grus- eller sanddominerad kommer vara mer genomsläpplig och därför skölja bort föroreningarna i högre grad. Av den anledningen är det att rekommendera att gatuträd med ytavrinning som bevattningskälla planteras i jord som har goda genomsläppliga egenskaper, som till exempel jord typ B enligt Stockholmsmodellen. Fördelen med en genomsläpplig jord är att vattnet med salt eller andra föroreningar kan sköljas ur snabbt, men nackdelen är att det blir en torrare jord med mindre tillgängligt vatten för träden. En sådan jord har även en lägre näringshållande förmåga. Träden som väljs till dessa jordar behöver då inte bara vara salttåliga utan även torktåliga och ha ett lägre näringsbehov.

Det är alltså många olika faktorer som spelar in i planeringen kring dagvatten som bevattningskälla till träden i staden. Vid flera tillfällen kommer det inte vara att rekommendera att använda ytvatten som bevattning. Sådana tillfällen är till exempel då gatuträden står i nära anslutning till vältrafikerade gator eller stora parkeringsytor som saltas under vinterhalvåret, om det inte är så att dagvattnet förs till träden från en annan yta.

När det kommer till aspekten med mängden vatten har en av frågeställningarna i uppsatsen varit ifall det kan bli för mycket vatten i växtbädden, vilket kan ge rotsystemet syrebrist. I fallstudien blev vattenmängden i varje enskild växtbädd i snitt mellan 174–369 liter per dag. I enighet med studien som gjorts i Malmö (Stockholms stad 2009) kan ett fullvuxet träd av lind förbruka 670 liter vatten under en varm sommar dag. Att det då i snitt blev upp till 369 liter vatten per dag i växtbäddarna är innanför vad som kan tänkas att ett större träd kan ta till vara på. Ett mindre träd, däremot, kan få tänkas få svårigheter att förbruka den mängden vatten. Det ska även påpekas att dessa 369 liter per dag bara är ett månatligt genomsnitt, det kan alltså vara dagar med både större och mindre vattenmängd. Under vinterhalvåret då lövfällande träd är i vila kommer dagvattnet inte att tas upp i lika stor mängd av rotsystemet som under sommarhalvåret, det är då en högre risk att vatten i växtbädden blir stående. Faran med stående vatten kan lösas genom att anlägga ett dräneringsrör i nedre delen av växtbädden, vilket minskar risken för att det blir stående vatten och därigenom syrebrist för rotsystemet. Genom dräneringsröret kan det överflödiga dagvattnet ledas vidare till ett befintligt dagvattensystem. Om mängden vatten ses på från en annan synvinkel kan det ifrågasättas om mängden vatten är tillräcklig för att träden ska kunna utvecklas med god vitalitet. Vad som kan konstateras är att gatuträd inte brukar bevattnas efter etableringsperioden. Det innebär att om träden tillförs dagvatten från större ytor får de mer vatten än vad de flesta gatuträd får i dagsläget. En slutsats av det här är alltså att just mängden dagvatten som tillförs gatuträd inte kommer att bli ett problem, så länge substratet är genomsläppligt och att bädden antingen har en genomsläpplig terrass eller ett dräneringsrör som kan föra bort överflödigt vatten.

Även den ekonomiska aspekten av att plantera gatuträd i skelettjordar med tillförsel av dagvatten kan diskuteras. Som beskrivet i avsnittet om skelettjordar är det tydligt att en sådan konstruerad växtbädd är betydligt dyrare att anlägga än en mer traditionell växtbädd. Dock är det större risk att ett gatuträd planterad i en traditionell växtbädd får både för liten rottillgänglig yta och för liten mängd vatten, två faktorer som spelar en stor roll för trädens vitalitet. Det är en stor kostnad att byta ut träd som har en låg vitalitet mot nya träd, vilka även de kan råka illa

ut om de planteras på samma sätt som trädet som byttes ut. Att ha träd i staden som behöver tas bort på grund av låg vitalitet orsakar både förhöjd risk för olyckor och de bidrar i mindre utsträckning till de ekosystemtjänster som ett vitalt träd kan bidra med. Det här är två faktorer som kan komma att spela en ekonomisk roll. Stadsträd med låg vitalitet är i många fall inte heller estetiskt tilltalande. Det kan alltså löna sig ekonomiskt att från början plantera gatuträden i en större växtbädd med tillgång till en större mängd vatten, vilket de kan få om de planteras i en skelettjord och får tillgång till en större mängd dagvatten.

För att återkoppla till avsnittet om stadens dagvatten är det även en kostnad att inte hantera överflödigt dagvatten, då det kan leda till stora kostnader till följd av vattenskador på grund av översvämningar. Däremot behöver stadens vegetation inte alltid vara det enda sättet att hantera överskottsvattnet på. Som beskrivet i avsnittet om stadens dagvatten finns det andra lösningar på hur det överflödiga vattnet i städerna kan tas om hand. I Hamburg har de tagit fram lösningar så att fast struktur, så som byggnader och promenadstråk, anpassar sig efter ökade vattenmängder. Det här gör de istället för att minska mängden dagvatten genom att låta vegetation som stadsträd omhänderta vattnet. Det kan spekuleras i vad kostnaden blir för de olika lösningarna. Ska det satsas mer på att anpassa fasta strukturer för att tåla ökade mängder dagvatten, eller är det en mer ekonomisk eller mer hållbar lösning att anpassa växtbäddarna för att omhänderta vattnet? Så klart kan det inte göras en direkt jämförelse mellan förutsättningarna i Hamburg och förutsättningarna i Sverige, då Hamburg har större problem med ökade dagvattenmängder. Dock kan inspiration fås av Hamburgs dagvattenstrategier. Då nederbörds mängden förväntas öka i Sverige i framtiden är det aktuellt att blicka utåt och ta inspiration och erfarenheter från städer som tänker på andra sätt än vad som görs i Sverige. Dock tror jag att i Sverige kan vi vinna på att slå samman dagvattenhantering med vegetation då båda delarna tjänar på det.

5. Källförteckning

Otryckta källor

Embrén, Björn. Trädsspecialist på trafikkontoret, Stockholm. *Personligt meddelande via mail*. April 19, 2017.

Sandberg, Peter. *Vegetation i vägmiljöer* [internt material]. Växtteknik PS Konsult AB. Alnarp, 2018.

Wagner, Anette. Stadsträdsförvaltningen, Myndigheten för miljö och energi, Hamburg. *Personligt meddelande via mail*. April 13, 2017.

Östberg, Johan. *Ekonomisk värdering av stadsträd* [internt material]. Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning, SLU. 2017.

Elektroniska källor/internet

European commission (2011). *European Green Capital, 2011 - Hamburg*. Tillgänglig via: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/winning-cities/2011-hamburg/> [2017-05-18].

Göteborgs stad (2019-04-15). *13QH Träd och buskträd*. Teknisk handbok, version 2019. Tillgänglig via: <https://tekniskhandbok.goteborg.se/13-byggnation/13q-anlaggning-av-vegetationsytor-2/13qh-trad-och-busktrad/> [2019-05-21].

Göteborgs stad (2018a). *Krav på jordmaterial*. Teknisk handbok, version 2018:2. Tillgänglig via: [http://www.th.tkgbg.se/sv-se/12projektering/12vegetationsytor\(gr%C3%B6nnytor\)/12ta6utformningavvegetationsytor/12ta63kravp%C3%A5jordmaterial.aspx](http://www.th.tkgbg.se/sv-se/12projektering/12vegetationsytor(gr%C3%B6nnytor)/12ta6utformningavvegetationsytor/12ta63kravp%C3%A5jordmaterial.aspx) [2019-04-03].

HafenCity Hamburg (u.å.). *HafenCity development: facts and figures*. Tillgänglig via: <http://www.hafencity.com/en/overview/hafencity-development-facts-and-figures.html> [2017-05-18].

Kemikalieinspektionen (2016-08-10). *Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)*. Tillgänglig via: <http://www.kemi.se/prio-start/kemikalier-i-praktiken/kemikaliegrupper/polycykliska-aromatiska-kolvaten-pah> [2017-04-17].

Lunds kommun (2017-02-09). *Snö och halka*. Tillgänglig via: <https://www.lund.se/trafik--stadsplanering/sno-och-halka/> [2017-05-22].

Myndighetsnätverket för klimatanpassning (2017-03-16). *Träd i stadsmiljö, fördjupning*. Tillgänglig via: <http://www.klimatanpassning.se/atgarda/2.3113/trad-i-stadsmiljo-fordjupning-1.87628> [2017-03-31].

Naturvårdsverket (2016-08-18a). *Fakta om partiklar i luft*. Tillgänglig via: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Luftfororeningar/Partiklar/> [2017-04-16].

Naturvårdsverket (2016-08-17b). *Fakta om tungmetaller i luft*. Tillgänglig via: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Luftfororeningar/Tungmetaller/> [2017-04-17].

Naturvårdsverket (2018-08-20). *Näringsämnen i vattendrag i Europa*. Tillgänglig via: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/EU-och-internationalt/sverige-jamfort-med-europa/Naringsamnen-i-vattendrag/> [2019-05-10].

SMHI (2018-09-14). *Träd i stadsmiljö, fördjupning*. Tillgänglig via: <https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassa-samhallet/exempel-pa-klimatanpassning/trad-i-stadsmiljo-fordjupning-1.117286> [2019-05-10].

SMHI (u.å.). *Klimatscenarier*. Tillgänglig via: <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenarier?area=eur&var=n&sc=rcp85&seas=ar&dnr=0&sp=sv&sx=0&sy=0#area=eur&dnr=0&sc=rcp85&seas=ar&var=n> [2019-05-06].

Sveriges geologiska undersökning (u.å.). *Geokartan*. Tillgänglig via:
<https://apps.sgu.se/geokartan/> [2019-04-03].

SLU (u.å.). *Förmultning och humusbildning*. Tillgänglig via:
http://www.vaxten.slu.se/marken/formultning_humus.htm [2017-04-20]

Trafikverket (2019-01-22). *Dammbindning av grusvägar*. Tillgänglig via:
<https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/underhall-av-vag-och-jarnvag/Sa-skoter-vi-vagar/fragor-och-svar-om-skotsel-av-vagar/Dammbindning-av-grusvagar/> [2019-05-10].

Tryckta källor

Alm, H. (2005). *Skelettjord – att hantera trafikdagvatten i stadsmiljö*. Stockholm Vatten. Rapport nr 2005-24, Stockholm.

Andersson, J., Åkerman, S. (2016). *Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten*. WRS AB. Rapport nr 2016-0915-A, Stockholm.

Clean Water Services (2009). *Low Impact Development Approaches Handbook*. Tualatin Basin Natural Resources Coordinating Committee, Washington County.

Cotrone, V. (2008). *The Role of Trees & Forests in Healthy Watersheds - Managing Stormwater, Reducing Flooding, and Improving Water Quality*. Penn State School of Forest Resources, Pennsylvania.

Czerniawska-Kusza, I., Kusza, G., Duzynski, M. (2004). *Effect of deicing salts on urban soils and health status of roadside trees in the Opole region*. Wiley Interscience, pp. 296-301. DOI: 10.1002/tox.20037

Dmuchowski, W., Baczevska, A.H., Gozdowski, D., Rutkowska, B., Szulc, W., Suwara, I., Brągoszewska, P. (2014). *Effect of salt stress caused by deicing on the content of microelements in leaves of linden*. Journal of Elementology, pp. 65-79. DOI: 10.5601/jelem.2014.19.1.588

Dmuchowski, W., Baczevska, A.H., Gozdowski, D., Brągoszewska, P. (2013). *Effect of salt stress on the chemical composition of leaves of different tree species in urban environment*. Fresenius Environmental Bulletin, 22: 987-994.

Göteborgs stad (2003). *Dagvatten inom planlagda områden*. VA-verket, Göteborgs stad.

Göteborgs stad (2016). *Stadens träd*. Park- och naturmarksförvaltningen, Göteborgs stad.

Göteborgs stad (2018b). *Göteborg när det regnar – en exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering*. Göteborg.

Gworek, B., Dećkowska, A., Pierścieniak, M. (2011). *Traffic pollutant indicators: Common dandelion (*Teraxacum officinalis*), Scots pine (*Pinus sylvestris*), small-leaved lime (*Tilia cordata*)*. Polish Journal of Environmental Studies, 20: 87-92.

HafenCity (2000). *HafenCity Hamburg - The Masterplan*. (2006). HafenCity Hamburg, GmbH.

Malmö stad (2016). *Plan för Malmös vatten*. Stadsbyggnadskontoret, Malmö stad.

Marklund, S. (2014). *Dagvattenkvalitet och dagvattenflöden i byggd miljö - kallt klimats säsongspåverkan*. Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser, Luleås tekniska universitet, Luleå. Nr. 2014:06

Naturvårdsverket (2017). *Förroreningar i dagvatten*. Naturvårdsverket, Stockholm.

Pettersson, Josefine (2006). *Växtbäddar för träd i gatumiljö*. Självständigt arbete vid institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik, SLU Alnarp.

Runander, S (2014). *Tekniska lösningar för konstruerade växtbäddar ämnade för gatuträd*. Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU Alnarp.

Sjöman, H. & Slagstedt, J. (red) (2015). *Träd i urbana landskap*. Studentlitteratur, Lund.

Persson, G., Wikberger, C., Amorim, J. H. (2018). *Klimatanpassa nordiska städer med grön infrastruktur*. SMHI Klimatologi, nr 50 2018.

Stockholms stad (2009). *Växtbäddar i Stockholm stad - en handbok*. Trafikkontoret, Stockholm.

Stockholms stad (2017). *Växtbäddar i Stockholms stad - en handbok*. Trafikkontoret, Stockholm.

Svenskt Vatten (2004). *Dimensionering av allmänna avloppsledningar*. Publikation P90.

Svenskt Vatten Utveckling (2013). *Utvärdering av Svenskt Vattens rekommenderade sammanvägda avrinningskoefficienter*. Svenskt Vatten AB, Stockholm.

Tseng, C-T., Wang, J.Y., Yang, L. (2009). *Accumulation of copper, lead and zinc by in situ plants inoculated with AM fungi in multicontaminated soil*. Communications in soil science and plant analysis, 40:21-22, 3367-3386, DOI: 10.1080/00103620903325968

Westlin, Alexander (2004). *Dagvatten från parkeringsytor*. Examensarbete i väg- och vattenbyggnadsteknik, Kungliga tekniska högskolan i Stockholm.

Yokoyama, K., Kai, H., Naklang, K. (1992). *Changes in soil microbial flora after sodium chloride application with or without ammonium sulfate addition*. Soil Science and Plant Nutrition, 38: 647-654, DOI: 10.1080/00380768.1992.10416694

Yoon, J., Cao, X., Zhou, Q., Ma, L.Q. (2006). *Accumulation of Pb, Cu and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site*. Science of the Total Environment, 368: 456-464. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2006.01.016

Bildförteckning

Sid. 19. Clean Water Services (2009). Low Impact Development Approaches Handbook. Tualatin Basin Natural Resources Coordinating Committee, Washington County. s 33.

Sid. 10. Navntoft, K./Scanpix (2016-07-02). Skyfall i Köpenhamn 2011 [fotografi].
<http://vejrtv2.dk/2016-07-02-husker-du-vejret-den-2-juli-2011-historisk-skybrud-ramte-koebenhavn> [2019-04-07]

Sid. 10. Nilsson, J./TT (2018-04-27). Kraftig översvämning i Malmö 2014 [fotografi].
<https://www.sydsvenskan.se/2018-04-27/oversvamningar-kostar-miljontals-kronor> [2019-04-07]